

道路橋の長寿命化に向けての取り組みについて

尾下 嘉春¹・神谷 毅²

¹近畿地方整備局 道路部 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

²近畿地方整備局 道路部 道路管理課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

近畿地方整備局管内における道路橋の多くは、大阪万博等の高度経済成長期に建設され、現在、建設後50年を越える橋梁数が全体の約27%であるのに対して、20年後には約66%まで急激に増加する。

国土交通省では、2008年5月に「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」からの「道路橋の予防保全に向けた提言」を受けて各種施策を実施している。

半数近くの道路橋が2回目の点検に入っているのを期に、具体的損傷状況、補修状況等を分析・整理し、その結果を踏まえ、今後の道路橋保全の方向性等についてとりまとめた。

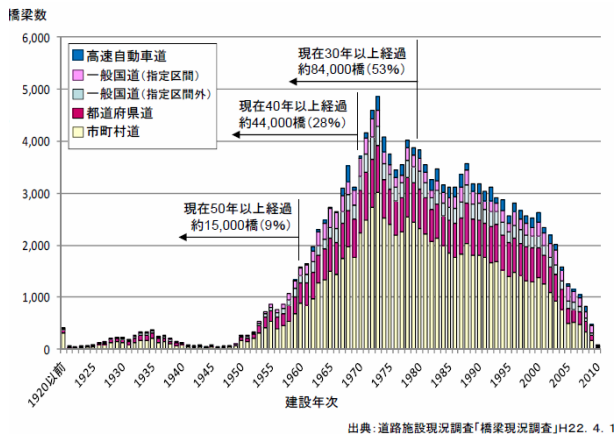
キーワード 道路橋, 長寿命化修繕計画, 予防保全, 損傷, 補修

1. 道路橋の現状と予防保全に向けた提言

(1) 日本の道路橋の現状

日本の道路橋は、高度経済成長期にその多くが集中的に整備されており、2010年4月現在、橋長15m以上の橋梁が約15万7千橋あり、高速自動車国道が約4%、一般国道(指定区間)が約8%、一般国道(指定区間外)が約8%、都道府県道が約22%、市町村道が約58%の割合となっている。

このうち建設後50年以上を経過する道路橋は約9%存在し、10年後には約28%、20年後には約53%になる。



図一 日本建設年度別橋梁数

(2) 日本及び米国での落橋等

近年、日本の道路橋では重大な損傷が発生しており、1989年に長野県木祖村の村道菅線「新菅橋」がPC鋼線の腐食による破断が原因で落橋し、1990年にも岐阜県福田町の町道下田瀬1号線「島田橋」がPCケーブルの腐

食による破断で落橋した。

また、2007年にも香川県と徳島県の県境で鋼2径間単純トラス橋が著しい腐食により落橋している。

「新菅橋」、「島田橋」については、竣工後僅か24年、27年で落橋しており、経過年数のみならず予防保全の重要性を示している。

国土交通省が管理する道路橋においても、2007年6月に国道23号木曾川大橋でトラス橋の斜材の破断が発見され、同年8月に国道7号本荘大橋でも同様の損傷が発見される等、重大な事故に繋がりがかねない損傷が発生した。

一方米国では、2007年8月1日にミネソタ州ミネアポリスでミシシッピ川に架かるインターステートハイウェイ(I-35W)の橋梁が突然崩壊し、13人が死亡するという事故が発生した。



写真一 インターステートハイウェイ崩壊状況

(3) 「道路橋の予防保全に向けた提言」

これら橋梁の重大損傷を受け、国土交通省では2007年10月に「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」を設置し、4回の検討を重ね翌年5月に「提言」がとりまとめられた。

内容は、これまでの橋梁の維持管理が「見ない」「見過ごし」「先送り」が少なからずあったものを「放置すると重大な事故に繋がる危険な橋が増大する。」ことから「早期発見・早期対策の予防保全システム」の実現が

必要であり、①点検の制度化、②点検及び診断の信頼性確保、③技術開発の推進、④技術拠点の整備、⑤データベースの構築と活用という5つの方策が提言された。

道路橋の予防保全に向けて

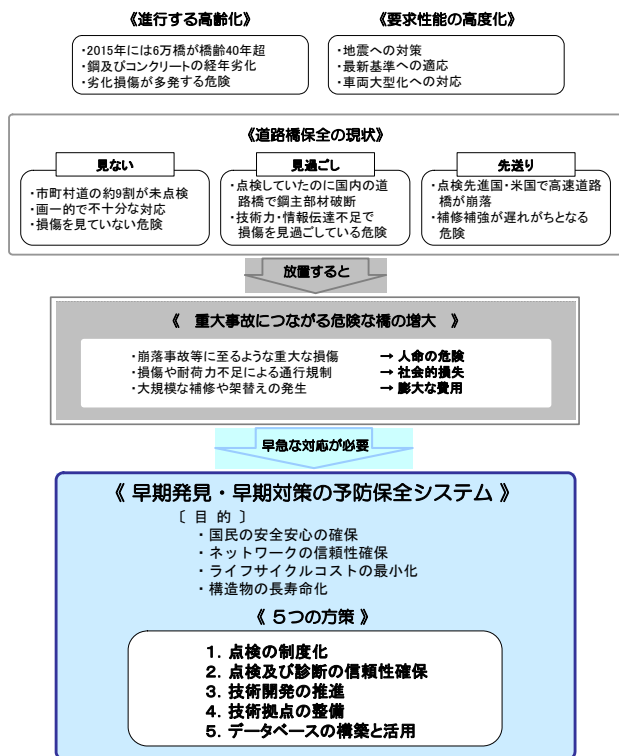


図-2 道路橋の予防保全に向けた提言

2. 重点的・効率的な構造物管理

(1) 道路橋のアセットマネジメント

アセットマネジメントは、資産(アセット)を効率よく管理・運用(マネジメント)するという意味で、従来から、個人や企業の不動産・金融などの資産管理に用いられてきたが、最近では道路橋を資産としてとらえ、この考えを取り入れようとしている。

具体的には、道路橋についての「諸元」、「点検」、「荷重・環境条件」をデータベース化し、その損傷、劣化状況等を将来にわたり把握し、最も費用対効果の高い維持管理を実現することである。

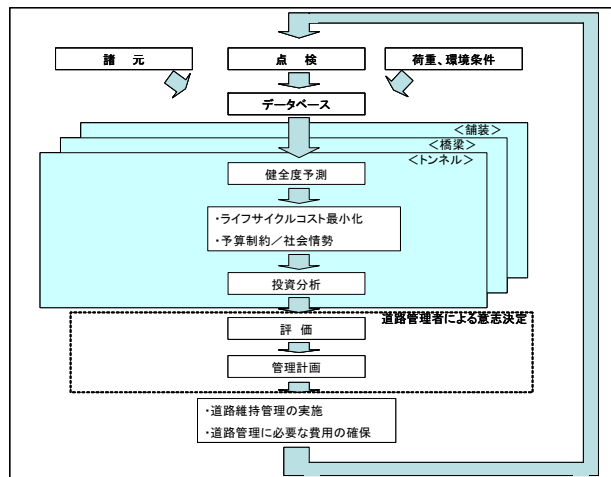


図-3 橋梁アセットマネジメントの流れ

(2) 予防的補修による延命化

道路橋については、損傷がひどくなってからの大規模な補修を行うより、損傷が浅い段階で小規模な補修をこまめに行うことにより、構造物の延命化が図られるとともに、長期間に渡り高い健全度を保持することが可能となる。

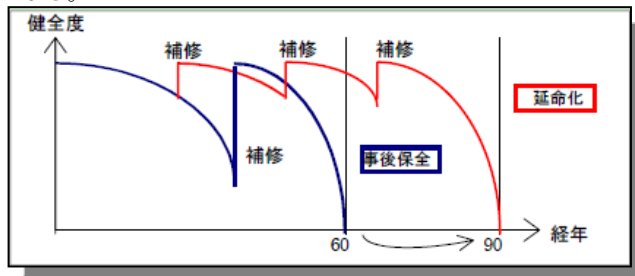


図-4 予防的補修による延命化

3. 近畿地方整備局の道路橋の現状

(1) 道路橋の現状

近畿地方整備局で管理している2m以上の橋梁は、2012年4月1日現在3831橋あり、全体の約4割にあたる約1,400橋が、1970年代初め頃までの高度経済成長期に建設されている。

このため、建設後50年を超える橋梁数は、急激に増加し、その割合は現在の約27%から20年後には約66%となる。

これは、全国平均を大きく上回るものであり、修繕、更新等の対策を早急に実施しなければならないことを意味する。

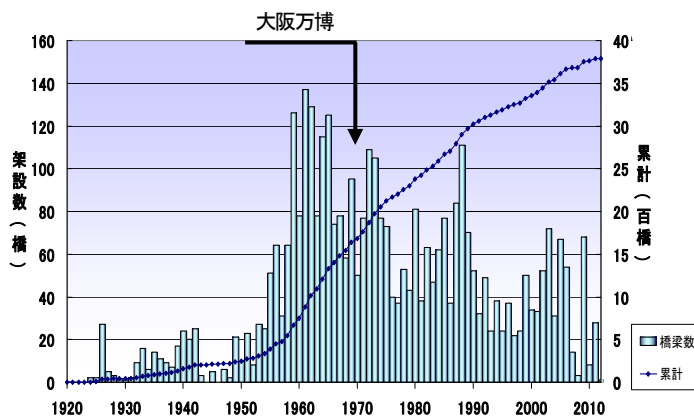


図-5 近畿地方整備局管内 橋梁供用数の推移

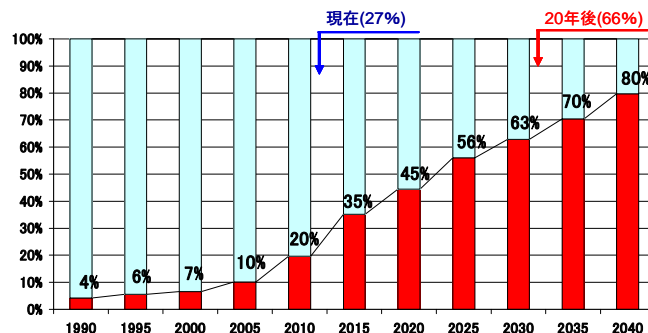


図-6 建設から50年経過する橋梁割合の推移

橋種別橋梁数は、RC橋が約35%、PC橋が約34%とコンクリート橋が約7割を締めており、鋼橋が約25%、混合橋が約6%となっている。

構造形式別橋梁数は、床版橋が約51%、桁橋が約47%とほとんどを占めており、ラーメン橋が約1.4%、アーチ橋が約0.5%となっている。

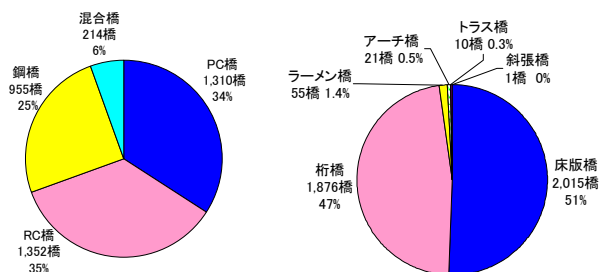


図-7 橋種別・構造形式別橋梁

(2) 道路橋損傷の特徴

近畿地方整備局では、「橋梁定期点検要領(案)」(2004年3月)に基づいた点検を、2012年3月末現在で、延べ5,329橋について実施しており、現在2巡目に入っている。

2004~2011年度の定期点検の結果、橋梁の損傷状況は、ほとんどの橋梁で補修を行う必要があることになっており、中でも「速やかに補修を行う必要がある」C判定の損傷橋梁は約25%ある。

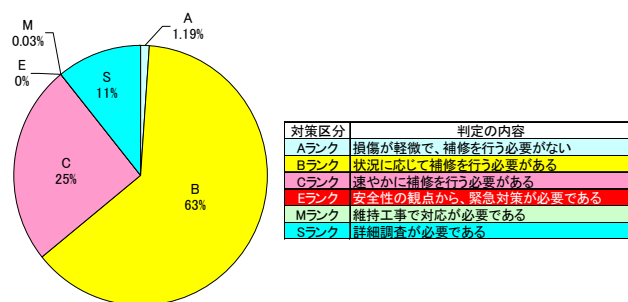


図-8 橋梁の対策区分判定状況

C判定橋梁について府県別で比較すると、降雨、塩害などの気象条件が厳しい和歌山県域が約35%、交通量が多い大阪府域が約34%と高くなっている。

表-1 府県別対策区分判定状況

	Aランク	Bランク	Cランク	Sランク
福井県域	1%	80%	17%	2%
滋賀県域	2%	67%	23%	8%
京都府域	1%	69%	23%	7%
大阪府域	0%	47%	34%	19%
兵庫県域	1%	61%	24%	14%
奈良県域	0%	63%	24%	13%
和歌山県域	2%	50%	35%	13%

建設年代別では、1970年代初め頃までに建設された橋梁を中心に、C判定橋梁が多くなっている。

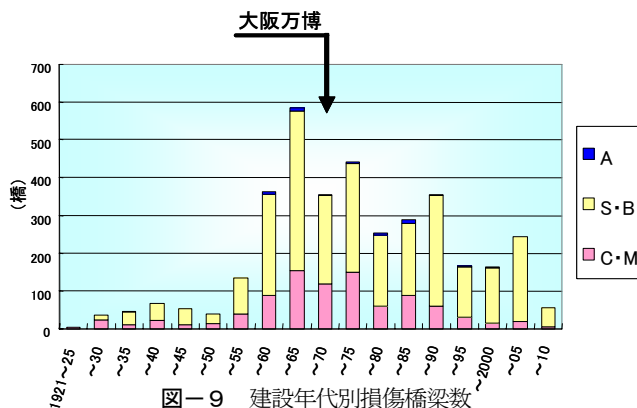


図-9 建設年代別損傷橋梁数

C判定となった主要部材について損傷原因を整理すると、防水・排水工不良(約26%)と製作・施工不良(約24%)で約半数を占めている。

これらの損傷原因の多くが竣工時では分かりづらい施工不良(かぶり不足、コンクリートの品質や防水不良など)に起因している。

それ以外では、品質の経年劣化(約13%)、塩害(約10%)、材料劣化、乾燥収縮・温度応力、中性化(各約4%)の順となっている。

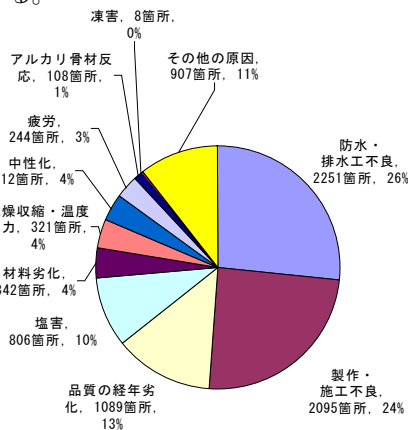


図-10 主要部材の損傷原因内訳

橋種別で損傷原因を整理すると、コンクリート上部工では、製作・施工不良が約36%と最も多く、塩害が約18%、防水・排水工不良が約12%、品質の経年劣化が約10%の順となっている。

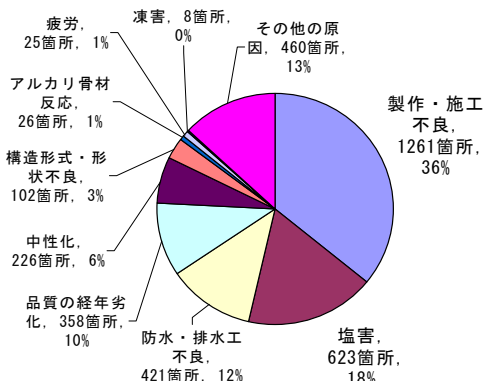


図-11 コンクリート上部工の主要部材損傷原因内訳

また、鋼橋上部工では、防水・排水工不良が約46%と約半数を占め、品質の経年劣化が約19%、製作・施工不良が約12%、材料劣化が約10%、疲労が約6%の順となっている。

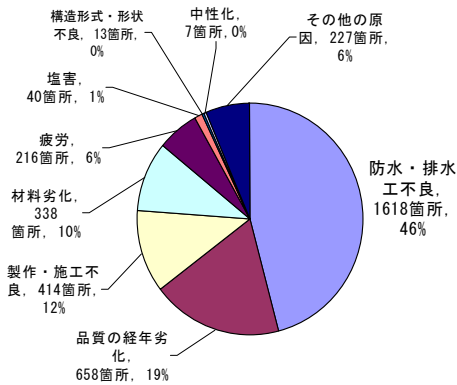


図-1-2 鋼橋上部工の主要部材損傷原因内訳

橋梁の三大損傷（疲労、アルカリ骨材反応、塩害）を見てみると、管内の疲労損傷は、重交通路線である国道171号（約27%）、国道1号（約15%）、国道24号（約14%）、国道26号（約9%）で多く発生している。

アルカリ骨材反応については、国道2号（約76%）で多く発生しており、国道8号（約6%）、国道24号（約6%）でも発生している。

塩害については、海岸に近い所を通過している国道42号（約55%）が約半数を占め、続いて凍結防止剤の影響を受けている国道161号（約31%）が多い状況となっている。

4. 主な損傷と対策事例

(1) 疲労損傷

疲労損傷は、重交通路線を中心に多く発生しており、特に鋼橋の疲労損傷は、設計時に疲労照査が行われていない2002年までに建設された橋梁で今後の供用年数の増加に伴い疲労亀裂が生じることが予想される。

また、疲労亀裂が進展すると部材の破断を引き起こすこともあるため、亀裂の短い初期の段階で発見し、適切な措置を行うことが重要である。

a) 国道25号山添橋

京阪神と中京都市圏を結ぶ国道25号の山添橋（上り）（1972年竣工の3径間連続非合成鋼桁橋）で2006年10月①主桁ウェブに垂直亀裂（110cm）、②舗装にポットホールが発生した。どちらも損傷原因は、疲労によるものと推定されている。

①垂直亀裂については、亀裂の進展防止のためストップホールを設け、桁断面の回復と亀裂進展防止のためのあて板を実施した。

また、②舗装のポットホールについては、床版打ち替えを実施した。

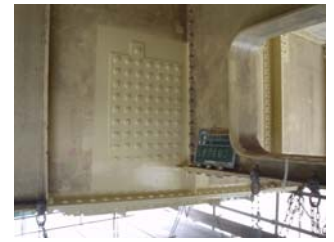


写真-2 主桁ウェブの疲労亀裂と補修状況

(2) アルカリ骨材反応(ASR)

アルカリ骨材反応は、コンクリートに含まれるアルカリ性の水溶液が骨材（砂利や砂）の特定成分と反応し、異常膨張やそれに伴うひび割れなどを引き起こすものである。

初期の段階では構造物の表面にひびわれが発生するものの構造物の安全性に与える影響はきわめて小さいと考えられてきたが、最近では進行により鉄筋の破断が発生することが報告されている。

このため、今後の補修・予防保全の観点から、「ASRに関する対策検討委員会」（委員長：宮川豊章 京都大学大学院教授）を設立し、ASRの発生した橋脚等について、ASRの進行状況に応じた調査・補修・補強方法などについて検討を行った。

委員会において、2003年策定の「道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領（案）」を補足する資料として、最新の知見による検討を行い、2008年3月に「アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン（案）」を策定した。

a) 国道26号堺高架橋

大阪府堺市の国道26号堺高架橋（1975年竣工の2径間連続プレテンT桁橋（ゲルバータイプ））でアルカリ骨材反応によるものと推定される①ゲルバー一部目地（可動）部に生じた橋軸直角方向のひびわれ、②橋脚梁と上部工の剛結部（固定部）の横桁下縁の剥離と梁のひびわれを確認した。

①については、伸縮装置部にシーリング材を充填し、乾燥クラックにエポキシ樹脂を注入、②については、断面修復及びメッシュシートによる剥落防止を実施した。



写真-3 乾燥クラックへのエポキシ樹脂注入



写真-4 断面修復及びメッシュシートによる剥落防止

(3) 塩害

塩害は、表面からコンクリート内に侵入した塩化物イオンが鉄筋を腐食させ、腐食した部分が膨張し、コンクリートにひび割れを生じさせ、それがますます腐食物質の侵入を許し、鉄筋の劣化、コンクリートの剥落へと発展する。

主に海からの飛来塩が原因とされているが、コンクリートの骨材として使用した海砂に含まれる塩分や、近年では凍結防止剤の散布も原因になっている。

a) 国道42号古座大橋

和歌山県串本町の海岸部に位置する国道42号古座大橋(1968年竣工のPCポストテンション方式単純T桁橋)で、塩害により①上部工のPC主桁の下フランジでひびわれ及び②PC鋼材の1本で、素線12本中2本の破断が確認された。

そのため、PC鋼材のはつり調査、外ケーブル張力調査、主桁のプレストレス量調査、塩化物イオン量調査などを実施した上で対策工を検討し、外ケーブル再緊張、電気防食、断面修復等を実施した。



写真-5 PC鋼材素線の破断・補修状況

5. 道路橋保全の取り組み

上記の損傷状況を踏まえ、計画的に点検・補修を実施するため「長寿命化修繕計画」を策定することが重要であり、専門的な判断を要する損傷については、「橋梁ドクター」のアドバイスを受けて適切に補修を行う事が安全性・信頼性の確保に繋がると考えている。

また、自治体を支援して橋梁の長寿命化を推進することは、国の重要な役割と考え活動している。

(1) 長寿命化修繕計画

a) 目的と策定方針

今後、橋梁の老朽化が進展し、車両の大型化など橋梁の要求性能が高まる中、さまざまな損傷の発生が予想される。

このまま、放置すると崩壊事故や通行規制に至るような重大な損傷になってしまう可能性がある。

そのため、定期的な点検による橋梁の状態の把握、予防的な修繕及び計画的な架替を着実に進め、橋梁の長寿命化と修繕・架替えに係る費用の縮減を図りつつ、重要な道路ネットワークの安全性・信頼性を確保する為に、「橋梁の長寿命化修繕計画」を策定している。

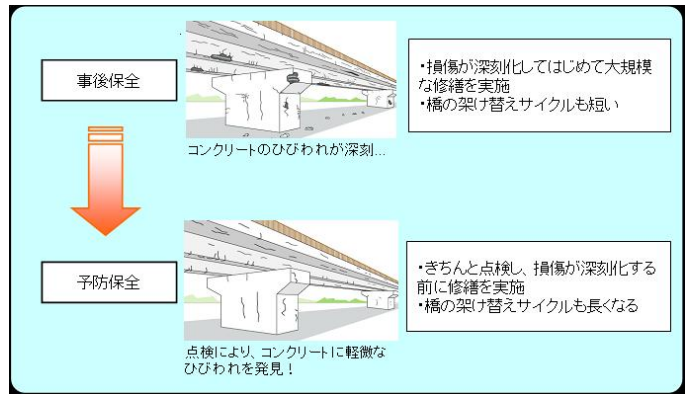


図-13 事後保全から予防保全へ

長寿命化修繕計画は、橋梁定期点検の結果を基に毎年見直すこととしている。

b) 対策の実施方針

定期点検で損傷が確認され、対策区分が判定された橋梁について、以下の方針で対策を実施して行く。

対策区分「Eランク」の橋梁は、直ちに応急措置を執るとともに、発見時から1~2年を目途に対策を実施する。

対策区分「Cランク」の橋梁は、次回点検時までに対策を実施する。

対策区分「Sランク」の橋梁は、必要な詳細調査を実施し再判定した後、その判定区分に応じて対策を実施する。

対策区分「Bランク」の橋梁は、「E、Cランク」の対策状況を踏まえた上で、必要に応じ対策を実施する。

c) 対策の進め方

- ・物流活動を支える重要な路線などは、大型車交通量が多く損傷も著しいことから、優先的に対策を実施する。

- ・規模(橋長、橋面積)が大きく、かつ損傷が著しい橋梁は、対策に複数年を要することから、優先的に対策を実施する。

- ・また、補修、補強方法については、架替えも含め総合的に検討する。

- ・対策の実施に当たり高度な判断や専門的な知見が必要な場合は、学識経験者で構成する「橋梁ドクター」の指導、助言を得ながら行う。

- ・C判定部材の補修と併せて、経済性を考慮してB判定の部材の補修も実施する。

通行規制等を伴う重大な損傷が発生した場合

d) コスト削減の取り組み

以下の取り組みなどによりコスト削減に努める。

- ・新技術の採用
- ・足場の併用等他の工事とあわせた修繕の実施
- ・点検を足場をかける工事の際に行うなど点検間隔を柔軟に対応

(2) 橋梁ドクター制度

近畿地方整備局管内において管轄する道路橋の損傷の補修や予防的な修繕などの実施により道路橋の長寿命化を図るため、道路橋の損傷診断、補修等において高度な技術力や専門的な判断を必要とする場合に、橋梁ドクター制度を活用し、技術的助言・指導を受けている。

現在、橋梁等の専門家20名に「橋梁ドクター」を委嘱し、橋梁診断等の要請を行っている。

(3) 自治体への技術的支援

我が国の橋梁の内、約6割が市町村道、約3割が府県管理の補助国道と都道府県道である。

2008年4月現在の地方公共団体が管理する橋梁(橋長15m以上)において、通行止めとなっている橋が121橋、大型車等の通行規制680橋であった。

これが、2011年4月には通行止めが172橋(約42%増)、通行規制1129橋(約66%増)と増加している。

表-2 地方公共団体の通行止め・通行規制
橋梁の状況

2008.4時点

	橋梁数	うち都道府県 管理道路	うち市町村 管理道路 (政令市含む)
通行止め	121	4	117
通行規制	680	80	600

2011.4時点

	橋梁数	うち都道府県 管理道路	うち市町村 管理道路 (政令市含む)
通行止め	172	16	156
通行規制	1,129	115	1,014

※ 通行規制には、損傷・劣化による規制の他、古い設計等による重量規制等も含む

※ 橋長15m以上の橋梁数

この様な状況に鑑み、近畿地方整備局では2009年より管内の市町村を対象に「橋梁の予防保全や長寿命化修繕計画の策定について」の講習会やパネル展示、現地調査や損傷対応の技術助言等を行い橋梁維持管理に関する知見を広めている。

また、各地方公共団体が管理する橋梁について、構造に重大に影響を与える損傷、通行規制等を伴う重篤な損傷を発見した場合には、土木研究所構造物メンテナンスセンター(CAESAR)と連携し、技術支援するブロック拠点として地方整備局が活動している。

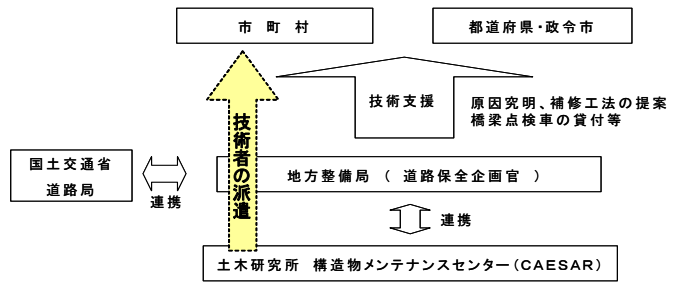


図-1.4 重大な損傷が発生した場合の技術支援

6. 道路橋保全の課題と方向性

道路橋を保全して行くにあたり、膨大な道路資産が確実に高齢化し、各種損傷が発生する中で、限られた予算と人員で効率的に対応して行かなければならない。

現在のところでは、C判定の橋梁を中心に「事後保全」としての補修を実施しているのが現状であるが、今後は「予防保全」に向けて以下の対応を推進して行く。

① データベースの構築と分析による計画的な補修補強

今年2月に道路橋示方書が約10年ぶりに改訂され、維持管理を配慮した考え方が充実された。

具体には、「安定的な点検の必要性や重要性」、「必要資料の保存」、「鋼橋疲労に関する規定」等が明示されており、橋梁の維持管理に関するルールが確立されつつある。

今後、橋梁に関するデータベースを構築し、橋梁点検、補修補強状況、構造形式、交通量、周辺環境等のデータを整理分析することで、重大又は注意を要する損傷が発生する可能性が高い橋梁や部材の抽出・予測を行い、計画的な「予防保全」としての補修補強を実施して行く。

② 特殊な補修補強事例の整理活用

過去に、委員会等で検討された「鋼橋の疲労亀裂」、「鋼脚隅角部の亀裂」、「ASR対策」などの検討・対策事例を整理し、同様な損傷が発生した場合に活用出来る様にして行く。

③ 経済的効果的な補修補強

補修補強後の損傷の進行状況について確認し、過去の対策工法の効果を検証し、経済的かつ効果的な補修補強工法の活用について検討して行く。

④ 技術力の向上

整備局では、職員の技術力向上のため平成20年度より「橋梁技術研修」を実施しており、昨年11月からは橋梁点検・診断時に、全ての橋梁について職員が現地立会をして損傷の状況を確認することとしている。

これらにより、インハウスエンジニアの橋梁損傷に関する技術力の向上を図るとともに、補修計画の立案に反映させて行きたい。

今後は、トンネルや舗装などについても「長寿命化修繕計画」を作成し、計画的な点検・補修の実施により、大切な社会資本ストックを長期的に健全な状態で維持管理して行きたい。